

Aplikasi Sistem Maklumat Geografi untuk Pemetaan Reruag-masa: Suatu Kajian Kes Denggi di Daerah Seremban, Negeri Sembilan, Malaysia

(Application of Geographical Information System for Spatial-temporal Mapping: A Case Study of Dengue Cases in Seremban, Negeri Sembilan, Malaysia)

MOHAMAD NAIM MOHAMAD RASIDI, MAZRURA SAHANI*, HIDAYATULFATHI OTHMAN, ROZITA HOD, SHAHARUDIN IDRUS, ZAINUDIN MOHD ALI, ER AH CHOY & MOHD HAFIZ ROSLI

ABSTRAK

Penyakit denggi merupakan penyakit bawaan vektor yang menjadi salah satu ancaman utama kesihatan awam di Malaysia. Pemetaan taburan kes denggi daripada aspek reruag-masa boleh menjadi kaedah yang berguna dalam menilai risiko denggi kepada masyarakat. Kajian ini bertujuan untuk memetakan taburan reruag dan reruag-masa kes-kes denggi di dalam daerah Seremban, dijalankan dengan Sistem Maklumat Geografi (GIS) khususnya analisis reruag dan reruag-masa. Analisis taburan reruag menggunakan Indeks Moran, purata kejiranan terdekat (ANN) dan anggaran kepadatan Kernel. Analisis reruag-masa ditentukan dengan indeks kekerapan, jangka masa dan intensiti untuk mengenal pasti kawasan berisiko denggi mengikut masa. Sejumlah 6076 kes denggi dicatatkan di Pejabat Kesihatan Daerah Seremban dari tahun 2003 hingga 2009. Kadar insiden denggi adalah tinggi pada tahun 2003, 2008 dan 2009 dengan nisbah denggi : denggi berdarah adalah 21.6:1. Indeks Moran menunjukkan kes denggi berlaku dalam pengelompokan dengan skor Z adalah 16.384 ($p=0.000$). Analisis ANN dengan 0.264 ($p=0.000$) dengan purata jarak insiden antara kes denggi di dalam kawasan kejiranan adalah 55 m. Anggaran kepadatan Kernel menunjukkan lokasi kawasan panas kes denggi tertumpu di Nilai dan Ampangan. Analisis reruag masa dengan purata nilai tertinggi indeks kekerapan, jangka masa dan intensiti masing-masing melebihi 0.023, 0.614 dan 0.657 di kawasan berisiko tinggi denggi di Nilai, Seremban dan Ampangan. Pengawasan denggi perlu diberi tumpuan kepada kawasan berisiko tinggi ini.

Kata kunci: Denggi; GIS; statistik reruag-masa

ABSTRACT

Dengue is a vector borne disease which is one of the major threats to public health in Malaysia. Mapping of dengue distribution in spatial and spatial-temporal aspects can be a useful method in assessing the risk of dengue to the community. This study aimed to map the spatial and spatial-temporal distribution of dengue cases in Seremban district. The Geographical Information System specifically the spatial and spatial-temporal analyses was applied. Spatial statistical analysis of dengue cases used the Moran's Index, average nearest neighbourhood (ANN) and kernel density estimation. Spatial-temporal analysis was determined through frequency, duration and intensity indices to identify timely dengue risk area. A total of 6076 dengue cases were reported in Seremban Health District Office from 2003-2009. The result showed a high incidence rate in 2003, 2008 dan 2009 with ratio of dengue: dengue hemorrhagic fever of 21.6:1. Moran's I showed dengue cases occurred in cluster with Z-score of 16.384 ($p=0.000$). ANN analysis of 0.264 ($p=0.000$) where the mean distance between every dengue case is 55 m. Kernel density estimation showed the dengue hotspots concentrated in Nilai and Ampangan. Spatial-temporal analysis with the highest mean of frequency, duration and intensity indices of above 0.023, 0.614 and 0.657 showed that the high risk dengue areas were Nilai, Seremban and Ampangan. The dengue control activities should be targeted at these high risk areas.

Keywords: Dengue; GIS; spatial-temporal analysis

PENGENALAN

Penyakit denggi merupakan penyakit bawaan vektor yang menjadi salah satu ancaman utama terhadap kesihatan awam di Malaysia. Demam denggi dan demam denggi berdarah adalah penyakit berjangkit bawaan nyamuk dan ini menyebabkan beban penyakit yang tinggi kepada sistem kesihatan di Malaysia malahan di kebanyakan negara beriklim tropika seluruh dunia (Seng et al. 2005). Kadar insiden penyakit demam denggi di Malaysia pada tahun

1990 ialah 24.28 per 100 000 penduduk manakala untuk demam denggi berdarah ialah 3.70 per 100 000 penduduk. Manakala pada tahun 2000, denggi berdarah mencatatkan kadar insiden sebanyak 28.74 per 100 000 penduduk dan demam denggi berdarah ialah 1.77 per 100 000 penduduk. Kadar insiden ini kemudian meningkat kepada 64.37 dan 4.10 per 100 000 penduduk pada tahun 2006 (KKM 2006). Di benua Asia, kes kematian dicatatkan antara 0.5% - 3.5% (Malavige et al. 2004). Sepanjang tahun 2009, sebanyak

38749 kes demam denggi dan 2737 kes demam denggi berdarah dicatatkan (KKM 2010).

Manifestasi klinikal demam berdarah termasuklah demam denggi, demam denggi berdarah dan paling teruk yang berpotensi menyebabkan sindrom kejutan denggi yang membawa kematian (King et al. 2008). Nyamuk *Aedes* bergantung kepada suhu, air serta beberapa faktor iklim lain yang melengkapkan kitaran hidup mereka. Ini mungkin termasuk juga penyebaran virus. Oleh sebab itu, pemahaman yang baik tentang hubungan antara kes iklim dan demam denggi diperlukan untuk memudahkan analisis dalam usaha mencegah kejadian demam denggi (Wan Fairos et al. 2010).

Faktor meteorologi dan persekitaran boleh mempengaruhi habitat nyamuk dan perkembangan virus denggi yang meningkatkan penyebaran kes denggi. Pelbagai faktor persekitaran seperti taburan hujan, suhu, keadaan kediaman, struktur demografi, pengurusan sisa domestik dan taburan populasi adalah penting dalam menentukan kemandirian nyamuk dan pembiakannya (Seng et al. 2005). Faktor-faktor sebegini boleh menyebabkan kemudahterancaman berlaku pada sesuatu populasi terhadap kes-kes denggi.

Pemetaan taburan ruwang-masa penyakit denggi boleh menjadi kaedah yang berguna dalam menilai kemudahterancaman denggi kepada masyarakat. Konsep kemudahterancaman ini berguna untuk menilai risiko kepada masyarakat daripada penyakit bawaan vektor. Ia digunakan dalam komuniti sains dan polisi dalam menyiasat kemungkinan ancaman daripada perubahan iklim (Houghton et al. 1996; IPCC 2001). Sistem Maklumat Geografi (GIS) digunakan untuk memetakan taburan ruwang-masa kes denggi dan seterusnya menilai kemudahterancaman kes denggi.

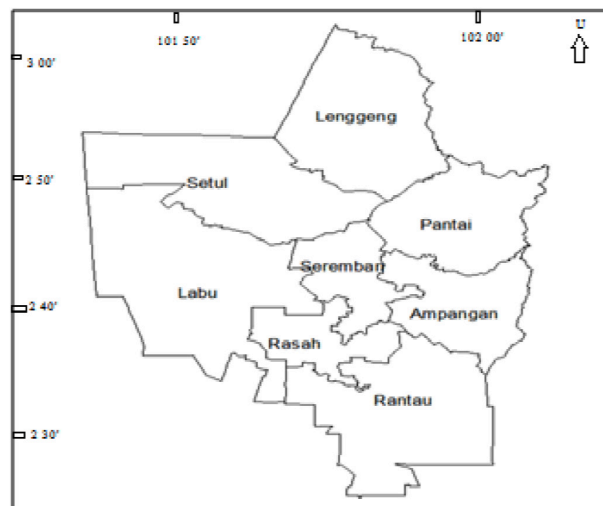
GIS adalah platform untuk membuat, mengedit dan menganalisis pengetahuan geografi dan ia boleh memberi pola/corak, hubungan dan trend yang tidak diperlihatkan dalam data tabular seterusnya meningkatkan kejituan keputusan membuat keputusan (Shaharuddin et al. 2002). GIS juga telah dikenali sebagai strategi dan alat analitikal untuk kegunaan kesihatan awam. Oleh yang demikian, implementasi dan corak pada sesuatu sistem maklumat untuk pengawalan kes denggi menggunakan kapasiti GIS perlu dipertimbangkan (Er et al. 2010). Teknologi GIS digunakan dalam kajian ruwang-masa kes denggi ini disebabkan kelebihan yang terdapat pada teknologi ini dalam menilai kemudahterancaman.

Permasalahan kajian dapat dilihat kepada faktor kes denggi di daerah Seremban. Seremban merupakan daerah yang mempunyai kes denggi sepanjang tahun dan ia merupakan tumpuan utama penempatan. Daerah ini merupakan kawasan padat penduduk dengan 2 majlis perbandaran iaitu Majlis Perbandaran Seremban dan Majlis Perbandaran Nilai digabungkan. Penduduk setempat mudah mengalami kemudahterancaman terhadap pengaruh penyakit ini. Penilaian dalam kemudahterancaman terhadap kes denggi ditunjukkan sebagai satu kepentingan yang kritikal. Ini kerana langkah

adaptasi dapat disarankan kepada populasi dan pengurusan kesihatan yang terlibat. Objektif kajian ini adalah untuk menilai kemudahterancaman penduduk Seremban terhadap denggi berdasarkan pemetaan taburan ruwang-masa.

BAHAN DAN KAEDAH

Seremban terletak di Negeri Sembilan dengan latitud $2^{\circ} 43'U$ dan longitud $101^{\circ} 57'T$ dengan kawasan geografinya dianggarkan seluas 95189.36 hektar (Rajah 1). Kaedah yang digunakan ialah kaedah pemetaan menggunakan perisian ArcGIS ArcInfo 10. Data prevalens penyakit demam denggi yang disahkan secara klinikal di daerah Seremban diambil untuk tempoh 7 tahun bermula tahun 2003 hingga 2009 daripada Unit Kawalan Vektor di Pejabat Kesihatan Daerah Seremban. Data adalah daripada Reten Tahunan VEKPRO tersebut yang mencatat prevalens penyakit demam denggi mengikut minggu epidemiologi (dari minggu 1 ke minggu 52 atau 53).



RAJAH 1. Daerah Seremban dan Mukim di Seremban

Metodologi dalam kajian ini ialah menggunakan kaedah pengumpulan data primer dan sekunder. Data sekunder kes denggi diperoleh daripada unit vektor Pejabat Kesihatan Seremban. Data kes denggi ini dengan alamat adalah penting untuk proses mendapatkan lokasi rumah rumah tersebut dengan menggunakan Sistem Kedudukan Global (*Global Positioning System* – GPS). Koordinat yang diperoleh daripada GPS yang berasaskan sistem koordinat latitud dan longitud tersebut diterjemahkan ke dalam sistem maklumat geografi ArcGIS yang telah dibangunkan terlebih dahulu. Keseragaman terhadap sistem koordinat data digital dilakukan dengan menggunakan World Geodetic System (WGS 84) yang menyediakan kedudukan x dan y dengan longitud dan latitud. Koordinat atau titik sesuatu kes denggi adalah penting kerana ia menggambarkan korelasi ruwang.

Analisis dijalankan menggunakan fungsi perisian ArcGIS untuk mencari korelasi ruwang dan indeks

ruwang-masa. Data mengenai insiden penyakit, termasuk lokasi dan data kejadian boleh dimasukkan ke dalam GIS untuk dianalisis secara menyeluruh. Pendekatan model geostatistik, analisis statistik dan pemetaan digunakan di dalam kajian ini untuk memahami korelasi antara faktor yang telah dinyatakan dengan ciri-ciri kelompok ruwang-masa di kawasan kajian (Seng et al. 2005).

Data yang diperoleh hasil daripada cerapan lapangan, data sekunder dan hasil sintesis kemudiannya disepadukan dalam satu kerangka pangkalan data kajian program kesihatan ini menggunakan kaedah GIS yang mampu mencerap, mengumpul, menyimpan, menganalisis dan memaparkan semula data dan mengolah data yang bersifat geografi.

Di dalam kajian ini, taburan ruwang insiden denggi dianalisis menggunakan kaedah statistik ruwang. Autokorelasi ruwang global iaitu indeks Moran digunakan untuk melihat kes denggi di Seremban bertaburan secara ruwang atau tidak. Indeks Moran mengukur autokorelasi ruwang yang diaplikasikan kepada kawasan yang mempunyai nisbah numerik dan data interval. Ia ditentukan dengan mengira purata data yang diperhatikan dan membandingkan nilai setiap insiden dengan nilai insiden di tempat lain. Nilai indeks Moran berjalut dari -1 iaitu autokorelasi ruwang negatif yang paling tinggi (menghampiri penyerakan insiden) hingga +1 iaitu autokorelasi ruwang positif yang paling tinggi (menghampiri pengelompokan insiden). Nilai yang menghampiri 0 merujuk kepada corak yang bertaburan secara rawak.

Analisis jarak mengira statistik bukan sahaja berdasarkan lokasi titik insiden tetapi juga jarak antara titik-titik tersebut. Purata jiran terdekat (*average nearest neighbour* – ANN) digunakan untuk menilai sama ada insiden berkelompok atau tidak. ANN mengira jarak antara setiap ciri sentroid dengan ciri sentroid yang terdekat. Kemudian ia akan mengira purata jarak jiran yang terdekat. Nisbah purata jarak terdekat dikira sebagai purata jarak yang diperhatikan dibahagi dengan purata jarak yang dijangkakan (jarak yang dijangkakan berdasarkan hipotesis taburan jarak rawak dengan jumlah ciri yang merangkumi kawasan yang sama).

Analisis kawasan panas telah dilakukan menggunakan teknik interpolasi penganggaran kepadatan Kernel (*Kernel Density Estimation*). Penganggaran kepadatan Kernel merupakan teknik yang digunakan untuk menyamaratakan lokasi insiden terhadap keseluruhan kawasan kajian. Mengikut Bithell (1990), teknik ini merupakan kaedah yang paling sesuai untuk mengenal pasti kawasan berisiko tinggi berdasarkan corak titik insiden penyakit dengan menunjukkan permukaan yang jelas dan berterusan yang menggambarkan tahap risiko sesuatu tempat. Ia mengira kepadatan ciri titik mengelilingi setiap sel output raster. Menurut Wen et al. (2006), kekerapan sesuatu penyakit diterangkan dengan kemungkinan satu atau lebih kes berlaku dalam sesuatu minggu dalam tempoh epidemik. Indeks kekerapan (α) boleh didefinisikan sebagai:

$$\alpha = \frac{\text{bilangan minggu epidemik (kes)}}{\text{jumlah minggu dalam tahun kajian}}.$$

Tempoh sesuatu epidemik biasanya melibatkan beberapa gelombang epidemik. Indeks jangka masa (β) ini boleh diterangkan sebagai purata bilangan minggu berlakunya kes denggi kekal semasa keseluruhan tempoh epidemik:

$$\beta = \frac{\text{bilangan minggu epidemik (kes)}}{\text{jumlah gelombang epidemik}}.$$

Intensiti merujuk kepada kekuatan dalam satu gelombang epidemik apabila lebih dari satu kes berlaku (Wen et al. 2006). Kadar insiden diambil sebagai indeks untuk mengukur sesuatu kekuatan apabila sesuatu kes baru muncul semasa sesuatu tempoh. Indeks intensiti (γ) diukur sebagai,

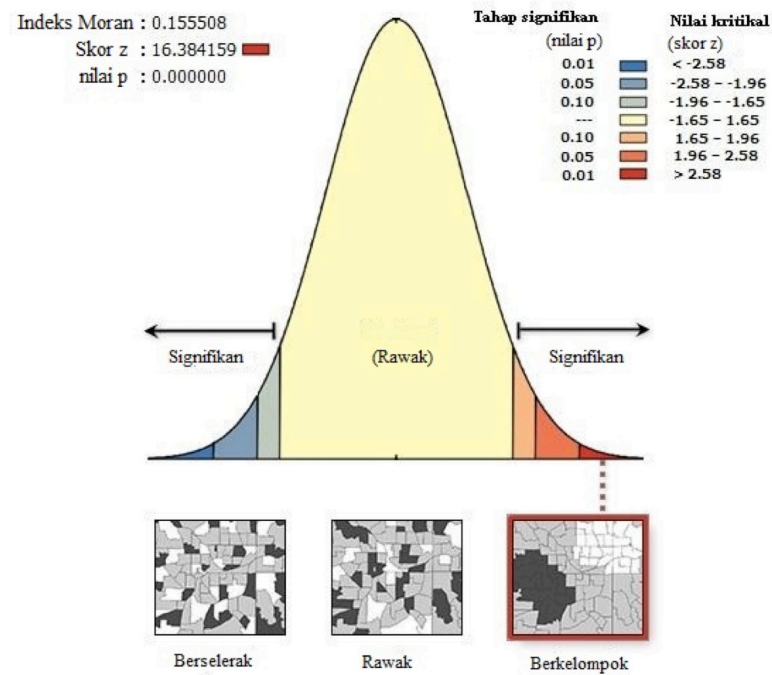
$$\gamma = \frac{\text{kadar insiden}}{\text{jumlah gelombang epidemik}}.$$

KEPUTUSAN

Sejumlah 6076 kes denggi dicatatkan di Pejabat Kesihatan Daerah Seremban dari tahun 2003 hingga 2009. Kadar insiden denggi adalah maksimum pada tahun 2003, dikuti dengan 2004 dan 2008 dengan kadar insiden masing-masing sebanyak 37.4, 23.5 dan 20.5 per 10 000 penduduk. Nisbah kes demam: demam denggi berdarah adalah 21.6:1. Untuk menilai sesuatu taburan ruwang terhadap kes denggi di Seremban, kajian ini menggunakan autokorelasi ruwang yang menggunakan indeks Moran. Indeks ini mengukur autokorelasi berdasarkan aspek lokasi dan aspek taburan kes denggi. Keputusan yang diperoleh daripada Indeks Moran daripada insiden kes denggi adalah 0.16 pada $p < 0.001$ dengan skor z mencatatkan nilai 16.38. Ini bermaksud insiden kes denggi di Seremban menunjukkan terdapat autokorelasi yang positif walaupun tidak tinggi. Ini dapat disimpulkan bahawa terdapat corak pengelompokan kes denggi wujud di daerah Seremban. Rajah 2 menunjukkan keputusan indeks Moran menggunakan perisian GIS.

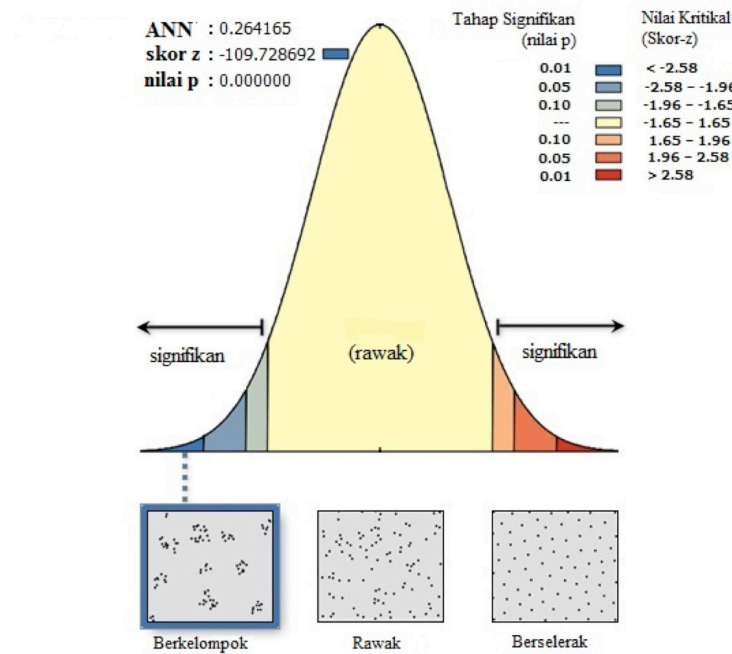
Analisis purata kejiranan terdekat (ANN) digunakan untuk menilai purata jarak kes denggi antara satu sama lain. Analisis ini menunjukkan kes denggi di dalam daerah ini adalah berkelompok. Keputusan ANN menunjukkan nisbah purata jiran terdekat adalah kurang daripada 1 iaitu 0.26. Daripada keputusan ini dapat diringkaskan bahawa corak kes denggi menghampiri corak pengelompokan, skor z untuk insiden kes denggi di Seremban adalah -109.73 dengan $p < 0.001$. Dalam kajian ini, purata jarak yang diperoleh adalah sebanyak 55 m (Rajah 3).

Penganggaran kepadatan Kernel diaplikasi untuk menunjukkan kawasan panas di daerah Seremban. Kawasan merah gelap dalam Rajah 4 menunjukkan kawasan kepadatan kes denggi yang maksimum. Keseluruhan gambaran mengenai kepadatan insiden ini



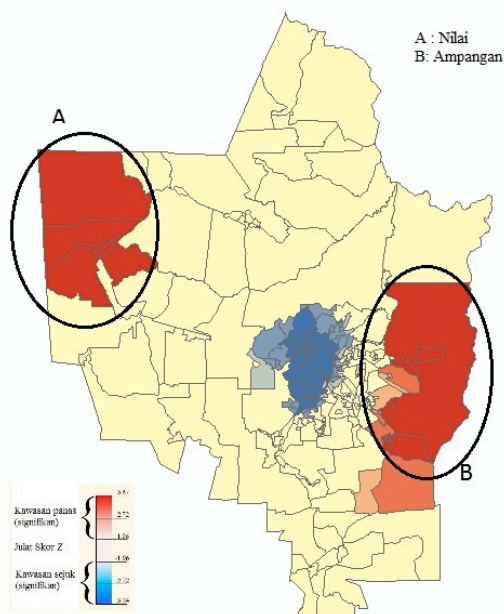
Diberi skor-z adalah 16.38, ada kemungkinan kurang dari 1% bahawa corak berkelompok ini

RAJAH 2. Keputusan indeks Moran untuk denggi di Seremban

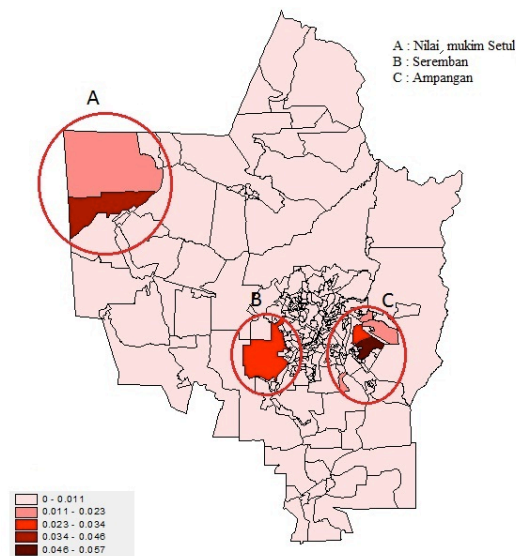


Diberi skor-z adalah - 109.73, ada kemungkinan kurang dari 1 % bahawa corak berkelompok ini boleh terjadi hasil daripada peluang rawak

RAJAH 3. Keputusan ANN untuk denggi di Seremban



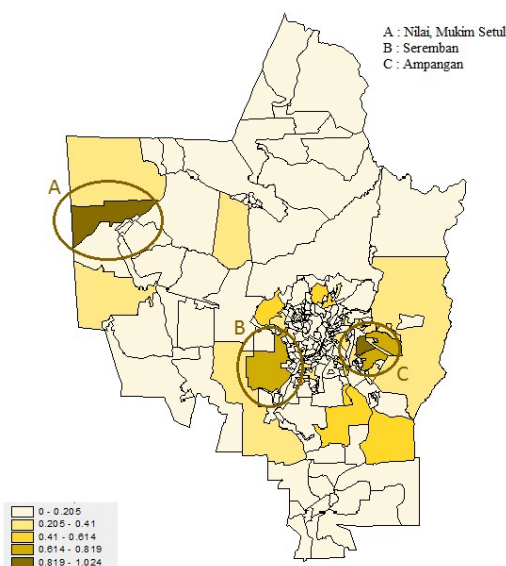
RAJAH 4. Keputusan kawasan panas di Seremban



RAJAH 5. Purata indeks kekerapan di daerah Seremban, 2003-2009

dapat diketahui dengan bantuan peta kepadatan Kernel. Daripada rajah yang ditunjukkan, terdapat 2 kawasan utama kes denggi tertumpu iaitu Nilai dan Ampangan.

Tiga indeks ruwang-masa digunakan untuk memetakan dan juga mengenal pasti kawasan yang berpotensi berisiko tinggi untuk tahun 2003 hingga 2009. Peta dalam Rajah 5 menunjukkan purata untuk indeks kekerapan untuk tahun 2003 hingga 2009. Terdapat 3 kawasan utama yang menunjukkan kawasan yang berpotensi berisiko tinggi iaitu Nilai (mukim Setul), Seremban dan Ampangan. Kawasan-kawasan ini mencatatkan purata indeks melebihi 0.023. Rajah 6 menunjukkan purata indeks jangka masa dari tahun 2003 hingga 2009 di daerah Seremban. Kawasan yang mempunyai purata indeks jangka masa yang tinggi adalah pada kawasan Nilai, Seremban dan Ampangan dengan purata indeks adalah melebihi 0.614. Pemetaan untuk nilai purata indeks intensiti adalah seperti Rajah 7. Kawasan yang mempunyai nilai indeks intensiti tertinggi iaitu melebihi 0.657 juga ditandakan pada 3 kawasan utama iaitu Nilai, Seremban dan Ampangan.



RAJAH 6. Purata indeks jangka masa di daerah Seremban, 2003-2009

PERBINCANGAN

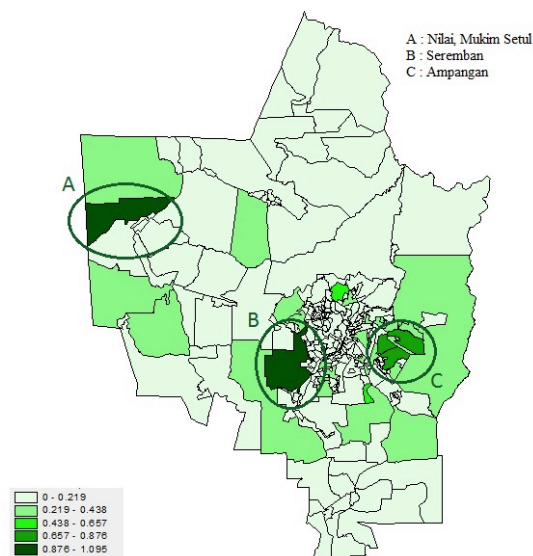
Kajian ini dilakukan bertujuan menilai taburan ruwang-masa kes denggi di daerah Seremban, Negeri Sembilan. Manipulasi data dan keupayaan GIS dalam memberikan persembahan geografi dan statistik ruwang digunakan untuk memetakan taburan insiden denggi di kawasan kajian.

Kajian ini mendapati bahawa terdapat corak pengelompokan kes denggi yang signifikan di daerah Seremban dengan menggunakan indeks Moran. Walaupun nilai indeks Moran yang didapati adalah 0.16, namun ANN memberikan jarak 55 m antara satu kes denggi dengan

kes yang lain. Ini berbeza dengan Er et al. (2010) dalam kajiannya di Hulu Langat yang menunjukkan indeks Moran di kawasan tersebut adalah 0.75 dengan analisis purata kejiranan adalah 380 m.

Indeks Moran juga digunakan dalam kajian Nakhapakorn dan Jirakajohnkool (2006) terhadap kes denggi di Thailand. Dalam kajian tersebut, kes-kes denggi juga menunjukkan corak pengelompokan yang signifikan. Begitu juga dengan Almeida et al. (2009) yang menunjukkan bahawa terdapat corak pengelompokan yang signifikan di dalam kajiannya di Rio de Janeiro, Brazil.

Penggunaan penganggaran kepadatan Kernel dalam kajian ini merupakan kaedah untuk mengenal pasti



RAJAH 7. Purata indeks intensiti di daerah Seremban, 2003-2009

sesuatu kawasan panas sesuatu data insiden yang penting untuk pengawalan penyakit bawaan vektor yang efektif (Wen et al. 2009). Fungsi interpolasi kepadatan Kernel merumuskan lokasi insiden ke atas seluruh kawasan (Levine 2007). Kawasan bertanda gelap dalam Rajah 4 merupakan kawasan panas dengan jumlah insiden denggi yang maksimum. Dengan bantuan peta kepadatan denggi, sesuatu kawasan denggi dapat ditunjukkan secara spesifik dan menunjukkan insiden yang tertinggi. Kebanyakan kes tertumpu kepada dua kawasan iaitu Nilai dan juga Ampangan. Kedua-dua kawasan ini diketahui umum merupakan kawasan penempatan dan tempat tinggal dengan banyak kawasan perumahan didirikan (Jabatan Perancangan Bandar dan Desa 2007).

Nilai (mukim Setul), Seremban dan Ampangan mempunyai nilai purata bagi ketiga-tiga indeks ruwang-masa yang tertinggi. Indeks kekerapan yang tinggi menunjukkan kawalan pencegahan pada kawasan itu kurang berkesan dan merupakan kawasan yang perlu diambil perhatian oleh pihak berkuasa tempatan dan jabatan kesihatan. Indeks jangka masa yang tinggi menunjukkan satu selang masa dalam kawalan pencegahan dan pencegahan ini tidak dilakukan secara berterusan di kawasan berkenaan. Akibatnya kehadiran nyamuk yang berterusan menjelaskan kawasan ini sentiasa mempunyai kes hampir sepanjang tahun. Nilai intensiti yang tinggi menunjukkan sesuatu epidemik denggi tersebut tertumpu secara temporal di kawasan tersebut. Nilai keamatan akan menjadi kecil sekiranya terdapat banyak gelombang epidemik, dengan kebanyakan kes tersebar sepanjang tahun (Nazri et al. 2010).

Pemetaan risiko ruwang dengan tiga ciri menambahkan analisis pengelompokan ruwang dan boleh menumpukan terhadap data kes-insiden yang diperolehi secara pengawasan pasif. Pengelompokan kes-kes lain boleh dikenal pasti apabila kekerapan dan bilangan kes terjadi pada sesuatu selang masa ataupun tempoh epidemik.

Faktor-faktor ini memberikan gambaran penuh terhadap epidemik denggi dan lebih realistik dalam menilai risiko denggi (Wen et al. 2006).

Kajian ini menggunakan data surveilans untuk meningkatkan model ruwang asas menggunakan indeks ruwang-masa berbanding pendekatan lama iaitu menggunakan data insiden denggi. Penggunaan data insiden denggi sahaja tidak mampu membezakan perbezaan ruwang antara kawasan risiko dengan kawasan bersebelahan. Perbezaan ini adalah penting dalam pengawalan penyakit bawaan vektor dengan berkesan (Nazri et al. 2010).

Menggunakan corak masa daripada indeks masa, pengawalan dan pencegahan penyakit denggi dapat diimplementasikan dengan berkesan di kawasan berisiko. Sebagai contoh, kawasan yang mempunyai tempoh gelombang epidemik yang panjang, strategi pengawalan dilakukan dengan meminimumkan intensiti penyebaran. Manakala kawasan dengan indeks jangka masa yang tinggi dapat dikawal dengan memfokuskan kawalan pencegahan kepada kawasan persekitaran yang menyumbang kepada pemanjangan kekerapan kes denggi. Antara kehadiran vektor denggi seperti *Aedes* sp. merupakan penyebab pemanjangan tempoh jangka masa ini. Pada kawasan yang tinggi nilai intensiti, kemungkinan bahawa strategi kawalan kurang berkesan dalam memecahkan penyebaran transmisi dan mencegah penyebaran virus denggi (Wen et al. 2009).

Dengan menggunakan aplikasi GIS dan statistik ruwang, kajian ini menunjukkan potensi sesuatu kawasan berisiko walaupun tidak terdapat data-data kepadatan nyamuk mahupun faktor persekitaran lain. Walau bagaimanapun, faktor-faktor persekitaran lain dapat mengesahkan potensi ini dengan lebih baik lagi seperti dalam Aziz (2011) yang menunjukkan hubungan ruwang antara insiden denggi dengan faktor persekitaran berkaitan dengan pembiakan nyamuk.

Kawasan risiko dinyatakan dengan membangunkan peta yang menunjukkan kes denggi dan kes denggi berdarah. Kaedah ini turut digunakan dalam beberapa kajian lain untuk menunjukkan keberkesanan dalam pencegahan dan pengawalan kes denggi di sesuatu kawasan (Aziz 2011; Barreto et al. 2008; Nakhapakorn & Jirakahohnkool 2006; Siti Morni et al. 2007; Wan Fairos et al. 2010; Wen et al. 2006, 2009).

KESIMPULAN

Kes-kes denggi menunjukkan corak pengelompokan di daerah Seremban. Purata jarak kejiranan terdekat kes denggi menunjukkan kes-kes denggi berada lingkungan 55 m antara satu sama lain dan kawasan pengelompokan ini tertumpu di dua kawasan iaitu Nilai dan Ampangan.

Ketiga-tiga indeks ruwang-masa iaitu indeks kekerapan, indeks jangka masa dan indeks intensiti menunjukkan kawasan Nilai, Seremban dan Ampangan mencatatkan ketiga-tiga indeks yang tinggi. Program kawalan denggi perlu diberi tumpuan pada kawasan berisiko tinggi ini.

PENGHARGAAN

Penghargaan ini diberikan kepada Prof. Joy Jacqueline Pereira, geran penyelidikan UKM-GUP-PLW-08-12-313, UKM-GGPM-PI-077-2010, COE-LESTARI (XX-07-2012) dan DPP-2013-078, Pengarah Jabatan Kesihatan Negeri Sembilan, Pejabat Kesihatan Daerah Seremban, Pejabat Tanah dan Daerah Seremban serta Jabatan Perancangan dan Desa Semenanjung.

RUJUKAN

- Almeida, A.S., Andrade Mendronho, R. & Valencia, L.I.O. 2009. Spatial analysis of dengue and socioeconomic content of the city of Rio de Janeiro (southern Brazil). *Rev Saúde Pública* 43(4): 666-673.
- Aziz, S. 2011. Evaluation of the spatial risk factors for high incidence of dengue fever and dengue hemorrhagic fever using GIS Application. *Sains Malaysiana* 40(8): 937-943.
- Barreto, F.R., Teixeira M.C., Carvalho, M.S. & Barreto M.L. 2008. Spread pattern of the first dengue epidemic in the city of Salvador, Brazil. *BMC Public Health* 8:51. <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/8/51> (18 September 2011).
- Bithell, J.F. 1990. An application of density estimation to geographical epidemiology. *Statistics in Medicine* 9: 691-701.
- Er, A.C., Rosli, M.H., Asmahani, A., Mohamad Naim, M.R. & Harsuzilawati, M. 2010. Spatial mapping of dengue incidence: A case study in Hulu Langat District, Selangor, Malaysia. *International Journal of Human and Social Sciences* 5(6): 410-414.
- Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M., van der Linden, P.J. & Xiaosu, D. 1996. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC. 2001. *Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jabatan Perancangan Bandar dan Desa. 2007. *Data Digital*. Kuala Lumpur: Jabatan Perancangan Bandar Dan Desa.
- Kementerian Kesihatan Malaysia. 2006. Fakta Kesihatan Malaysia, Sistem Informasi Dan Dokumentari.
- Kementerian Kesihatan Malaysia. 2010. *Current Situation of Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever*. <http://www.moh.gov.my> (20 Januari 2010).
- King, C.C., Chao, D.Y., Wen, T.H., Kao, C.L., Ku, C.C., Wu, J.T.S., Huang, S.Y.J., Tipayamongkholgu, M., Shang, C.S., Li, Y.S., Wang, H.T., Liao, M.Y., Wang, W.K., Wu, H.C. & Chang, J.K.J. 2008. Epidemiologic characteristics of dengue in Taiwan and implications for global control: A review. *Dlm Dengue*. Kerala: Research Signpost. hlm. 1-44.
- Levine, N. 2007. *Crimestat: A Spatial Statistics Program for the Analysis of Crime Incident Locations (Version 3.0)*. Washington, D.C.: Ned Levine & Associates, Houston, TX and the National Institute of Justice.
- Malavige, G.N., Fernando, S., Fernando, D.J. & Seneviratne, S.L. 2004. Review: Dengue viral infection. *Postgraduate Medical Journal* 80: 588-601.
- Nazri, C.D., Abu Hassan, A., Rabiatal, A. & Rodziah, I. 2010. Spatial mapping of temporal risk characteristic of dengue cases in Subang Jaya. *2010 International Conference on Science and Social Research*. December 5-7. Kuala Lumpur.
- Nakhapakorn, K. & Jirakajohnkool, S. 2006. Temporal and spatial autocorrelation statistics of dengue fever. *Dengue Bulletin* 30: 171-183.
- Seng, S.B., Chong, A.K. & Moore, A. 2005. Geostatistical Modelling, Analysis and Mapping of Epidemiology of Dengue Fever in Johor State, Malaysia. *The 17th Annual Colloquium of the Spatial Information Research Centre, University of Otago, Dunedin, New Zealand*. November 24-25.
- Shaharudin, I., Shamsul, A.S., Tahir, A., Mariam, M., Azah, D. & Nik Shamsidah, N.I. 2002. Sistem Maklumat Geografi (GIS) dan sektor kesihatan awam: Kajian demam denggi di Bandar Baru Bangi dan Kajang. *Jurnal Kesihatan Masyarakat* 8(S):34-42.
- Siti Morni, U., Mazlin, M., Noraini, S. & Anizar, A. 2007. Generating a dengue risk map (DRM) based on environmental factors using remote sensing and GIS technologies. <http://www.a-a-r-s.org/acrs/proceeding/ACRS2007/Papers/TS27.4.pdf> (2 Ogos 2011).
- Wan Fairos, W.Y., Wan Azaki, W.H., Mohamad Alias, L. & Bee Wah, Y. 2010. Modelling dengue fever (DF) and dengue hemorrhagic fever (DHF) outbreak using Poisson and negative binomial model. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 62: 903-908.
- Wen, T.H., Lin, N.H., Chao, D.Y., Hwang, K.P., Kan, C.C., Lin, K.C.M., Wu, J.T.S., Huang, S.Y.J., Fan, I.C. & King, C.C. 2009. Spatial-temporal patterns of dengue in areas at risk of dengue hemorrhagic fever in Kaohsiung, Taiwan, 2002. *International Journal of Infectious Diseases* 14(4): 334-343.
- Wen, T.H., Lin, H.N., Lin, C.H., King, C.C. & Su, M.D. 2006. Spatial mapping of temporal risk characteristics to improve environmental health risk identification: A case study of a dengue epidemic in Taiwan. *Sci. Total Environ.* 367: 631-640.
- Mohamad Naim Mohamad Rasidi
Unit Metodologi dan Statistik
Institut Kesihatan Umum
Kementerian Kesihatan Malaysia
Jalan Bangsar
50590 Kuala Lumpur
Malaysia
- Mazrura Sahani*
Program Kesihatan Persekitaran dan Keselamatan Industri
Pusat Pengajian Sains Diagnostik & Kesihatan Gunaan
Fakulti Sains Kesihatan
Universiti Kebangsaan Malaysia
Jalan Raja Muda Abdul Aziz
50300 Kuala Lumpur
Malaysia
- Hidayatulfathi Othman
Pusat Pengajian Sains Diagnostik & Kesihatan Gunaan
Fakulti Sains Kesihatan
Universiti Kebangsaan Malaysia
Jalan Raja Muda Abdul Aziz
50300 Kuala Lumpur
Malaysia
- Rozita Hod
Jabatan Kesihatan Masyarakat
Pusat Perubatan Universiti Kebangsaan Malaysia

Jalan Yaacob Latif
Bandar Tun Razak
56000 Cheras, Kuala Lumpur
Malaysia

Shaharudin Idrus
Institut Alam Sekitar & Pembangunan (LESTARI)
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600, UKM Bangi, Selangor D.E.
Malaysia

Zainudin Mohd Ali
Jabatan Kesihatan Negeri Sembilan
Jalan Rasah
70300 Seremban, Negeri Sembilan
Malaysia

Er Ah Choy
Pusat Pengajian Sosial, Pembangunan & Persekitaran
Fakulti Sains Sosial & Kemanusiaan
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi, Selangor D.E.
Malaysia

Mohd Hafiz Rosli
Akademi Sukan
Universiti Putra Malaysia
43400 UPM Serdang, Selangor D.E.
Malaysia

*Pengarang untuk surat-menyurat; email: mazrura@gmail.com

Diserahkan: 7 Mac 2013
Diterima: 27 Mac 2013